

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-223126
 (43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl. H04B 14/06
 H04B 1/10
 H04B 14/04

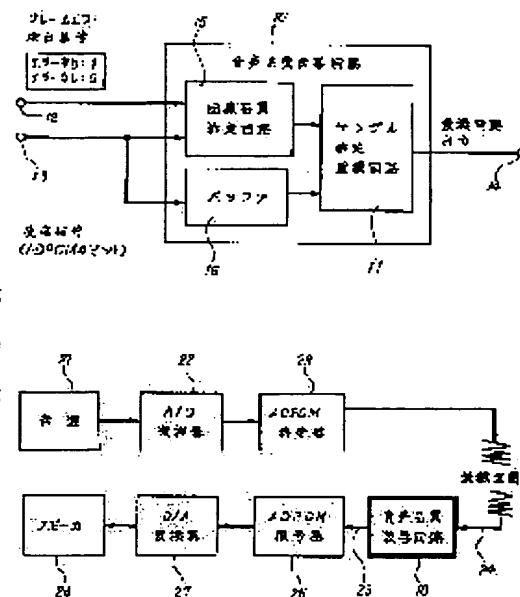
(21)Application number : 07-030654 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
 (22)Date of filing : 20.02.1995 (72)Inventor : SUZUKI MASANOBU
 KAWAZOE KATSUHIKO
 KUBOTA SHUJI
 KATO SHUZO

(54) SOUND QUALITY IMPROVING CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To reproduce a code string approximating the original sounds to improve the sound quality by substituting a received ADPCM code string with an estimated code string only when detecting a frame error in a sample.

CONSTITUTION: An ADPCM 4-bit reception signal or a frame error detection signal is inputted to a sample estimating and substituting circuit 11 of a sound quality improving circuit 10. The frame error detection signal is '1' for detection of a frame error but is '0' for detection of no frame errors. The analog signal output or sounds is inputted to an A/D converter 22 and is outputted as a 14-bit linear digital signal and is encoded to a 4-bit ADPCM code by an ADPCM encoding part 23. Thereafter, it becomes a reception signal 24 including the error and is inputted to the circuit 10. The circuit 10 consists of the circuit 11 and a line quality estimating circuit 15; and only when the detection signal is '1', the circuit 11 estimates the code string of the signal before the error by the circuit 15 and substitutes the code string with this generated code string.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 適応差分PCM(ADPCM)、音声符号化方式を用いたディジタル信号の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出する手段と、該サンプルについて送信側における符号器出力時の符号を推定する手段と、

該サンプルにフレームエラーが検出されている場合だけ、受信したADPCM符号列を、上記推定手段により推定した符号列に置換する手段とを具備することを特徴とする音声品質改善回路。

【請求項2】 適応差分PCM(ADPCM)音声符号化方式を用いたディジタル信号の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出する手段と、

該サンプルについて送信側における符号器出力時の符号を推定する手段と、

検出されたサンプル数を計数する手段と、

該サンプルの計数値によって回線品質を推定する手段と、

推定された回線品質に応じて、受信したADPCM符号列を推定されたADPCM符号列に置換する手段とを設けたことを特徴とする音声品質改善回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、伝送路を経由したディジタル信号の品質を改善する回路に関し、特に、フェージングや、他チャネルの干渉により、瞬時に、音声品質が変動する無線区間において、音声品質の改善処理をする場合に適する音声品質の改善回路に係る。

【0002】

【従来の技術】 音声信号は隣接標本間だけではなく、これより離れた点の間でも相関がある。そのため、隣接標本間の差信号(差分)、あるいは、その相関を利用して予測した値と実際の標本値との差信号(予測残差)を符号化することによって、情報の圧縮を図ることができる。このような原理に基づいた音声信号の符号化を予測符号化と呼んでいる。

【0003】 すなわち、この方式では予測残差を量子化および符号化して伝送することになる。そして、この予測を線形予測で行なうこととし、最も簡単な1次線形予測を探るとすれば、単純に差分を伝送することになる。この方式は、差分PCM(DPCM)と呼ばれる。

【0004】 この方式は、比較的近い場所の標本値を用いた予測を行なうものでスペクトル包絡予測(短時間予測)と呼ばれる。更に、音声信号のピッチ間の予測を行なうピッチ予測(長時間予測)がある。

【0005】 適応予測を行なうDPCMは適応量子化を行なうDPCMおよび、上記ピッチ予測およびスペクトル包絡予測と合せて適応差分PCM(ADPCM)と呼

ばれる。

【0006】 すなわち、ADPCMは逐次適応量子化と逐次適応予測の両方、あるいは、それらの内のいずれかを用いるDPCMのことで、残差のみを伝送すれば良いと言う特徴がある。このようなADPCMを用いた伝送方式においても、伝送路中で信号が干渉を受けたり雑音によって崩れることがある。

【0007】 伝送回線が、無線回線である場合には、他チャネルの干渉やフェージングなどがあるので、これらの影響により、音声(信号)の品質が著しく劣化することもある。そのため、受信側でこのような音声品質の劣化を防ぐための対策を探る必要がある。

【0008】 従来の音声品質改善回路としては、誤りが検出されたフレーム中で、最大差分を示すADPCM符号列を差分無しを示す符号列に置換し、音声信号の不要な変化を制限するミューティング方式や、PCM復号化された後のディジタル信号又は更にディジタル/アナログ変換後のアナログ信号を各種誤り検出情報をもとに抑圧する回路等があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上述したような従来のADPCM音声改善方式のうち、誤りが検出されたフレーム中で、最大差分を示すADPCM符号列(0111もしくは1000)を、差分無しを示す符号列(1111)に置換するミューティング方式は、音声信号の変化を制限することにより異音を含んだ音声信号を抑圧するものであり、必ずしも、誤る前の符号列を推定して新たな符号列に置換しているとは言えず、また、置換する符号が狭い範囲で限定されているため、異音の原因となっている符号列の全てが抑圧されているわけではないと言う問題があった。

【0010】 一方、ディジタルPCM信号及びアナログ信号を抑圧する方法は、誤りを含んでいるフレームに対し、フレーム単位で異音を抑圧する(消す)ため、本来正しく再生されたサンプルを含めて抑圧される等の問題点があった。

【0011】 本発明は、従来の音声を抑圧し異音を消滅させる音声処理ではなく、誤る前のADPCM符号列に近い符号列に再生することによって、音声品質を改善することのできる音声品質改善回路の実現を目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、上述の目的は、前記特許請求の範囲に記載した手段により達成される。

【0013】 すなわち、請求項1の発明は、適応差分PCM(ADPCM)音声符号化方式を用いたディジタル信号の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出する手段と、該サンプルについて、送信側における符号器出力時の符号を推定する手段と、

る符号器出力時の符号を推定する手段と、該サンプルにフレームエラーが検出されている場合だけ、受信したA D P C M符号列を、上記推定手段により推定した符号列に置換する手段とを具備する音声品質改善回路である。

【0014】請求項2の発明は、適応差分P C M (A D P C M) 音声符号化方式を用いたディジタル信号の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出する手段と、該サンプルについて送信側における符号器出力時の符号を推定する手段と、検出されたサンプル数を計数する手段と、該サンプルの計数値によって回線品質を推定する手段と、推定された回線品質に応じて、受信したA D P C M符号列を推定されたA D P C M符号列に置換する手段とを設けた音声品質改善回路である。

【0015】

【作用】請求項1の発明は、A D P C M音声符号化方式の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号 (A D P C M復号器の入力信号) から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出し、該サンプルについて、送信側での符号器出力時の符号を推定して、フレームエラーが検出されている場合だけ、該サンプルの符号列 (受信したA D P C M符号列) を、上記推定手段により推定した符号列に置換するように動作する。

【0016】請求項2の発明は、適応差分P C M (A D P C M) 音声符号化方式を用いたディジタル信号の伝送系の受信側において、伝送路を介して受信した信号 (A D P C M復号器の入力信号) から、特定の差分を示す符号列からなるサンプルを検出して、該サンプルについて送信側における符号器出力時の符号を推定すると共に、検出されたサンプル数を計数し、該サンプルの計数値によって回路品質を推定して、推定された回路品質に応じて、受信したA D P C M符号列を推定されたA D P C M符号列に置換するように動作する。

【0017】本発明はこのような動作により、前述した従来のミューティング方式のような最大差分を示すA D P C M符号列を、差分無しを示す符号列に置換する方式に比して、再生した音声の品質をより改善することができる。

【0018】また、フレーム単位で異音を抑圧する方法を探っていないので、本来正しく再生されたサンプルについても消去すると言うような不都合を生ずることもない。以下本発明の作用等に關し、実施例に基づいて説明する。

【0019】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示す図である。本実施例は請求項1の発明に対応する。

【0020】同図において、数字符号10は音声品質改善回路、11はサンプル推定置換回路、12はフレームエラー検出信号が入力される入力端子、13は受信信号 (A D P C M4ビット) が入力される入力端子、14は

置換回路の出力信号が出力される出力端子を表わしている。

【0021】同図において、音声品質改善回路10のサンプル推定置換回路11には、A D P C M4ビットの受信信号、および、フレームエラー検出信号が入力される。フレームエラー検出信号は、該当するフレームにエラーが検出されたときは“1”をエラーが検出されないときは“0”を出力する。

【0022】サンプル推定置換回路11は、上記フレームエラー検出信号が“1”的とき、該当する符号列に応じて、該符号列の誤り前の状態 (送信側における符号器出力の符号列) を推定して符号列を生成し、これと受信した符号列とを置換する。

【0023】図2は本発明の他の実施例を示す図である。本実施例は請求項2の発明に対応する。同図において数字符号10～14は図1の場合と同様であり、15は回線品質推定回路、16はバッファを表わしている。

【0024】本実施例の音声品質改善回路10は同図に示すように、サンプル推定置換回路11、回線品質推定回路15、1バースト分のA D P C M符号を格納するバッファとにより構成されている。

【0025】同図において、回線品質推定回路15には、入力端子13からA D P C M4ビットの受信信号が入力され、また入力端子12からフレームエラー検出信号が入力される。フレームエラー検出信号は、該当するフレームでエラーが検出されたときは“1”が、また、エラーが検出されないときは“0”が送られてくる。

【0026】サンプル推定置換回路11は、フレームエラー検出信号が“1” (エラー有り) を示したとき、該当する符号列に応じて、誤り前の信号の符号列を推定して生成し、受信した符号列を、この生成した符号列に置換する。

【0027】回線品質推定回路15には、推定された回線品質の状況が、サンプル推定置換回路11には、誤りがない場合の音声のA D P C M分布情報及び各回線条件下でのA D P C M符号の誤りパターン情報に基づいたA D P C M4ビット符号の置換パターンが記憶されている。

【0028】次に、本発明の作用効果を確認するために構成した模擬伝送系について説明する。図3は、本発明を適用した模擬伝送系の例を示す図であって、数字符号21は音源、22はA/D変換器、23はA D P C M符号器、24は誤りを含んだ受信信号、25は音声品質改善回路の出力、26はA D P C M復号器、27はD/A変換器、28はスピーカ、10は音声品質改善回路を表わしている。同図において、音源21としてはコンパクトディスクに納められた音声をC Dプレーヤーでアナログ信号として再生したものが用いられる。

【0029】この音声のアナログ信号出力はA/D変換器22に入力され、14ビットのリニアのディジタル信

号として出力される。そして、A/D変換器22のデジタル出力はADPCM符号器23に入力され、4ビットのADPCM符号（差分信号）に符号化された後、無線回線を経由し、誤りを含んだ受信信号24（ADPCM符号）となる。尚、この時の無線区間の条件は1ビット当りの信号電力対1Hz当りの雑音電力比=10dB

最大ドップラー周波数=15Hz

遅延分散=250nsec

の2波レイリーフェージング回線とした。

【0030】次に、本実施例ADPCM符号の最大差分を示す符号（0111及び1000）が受信側で検出された場合、どのように、最適な符号に置換されるかを説明する。

【0031】受信したADPCM4ビット符号の最適化に必要な情報として、図4に、誤りがない場合の音声の

ADPCM分布を、図5に上記フェージング条件下でのADPCM符号の誤りパターンの確率分布を示す。

【0032】まず、送信側のADPCM符号器出力を経て伝送路誤りが付加された（可能性がある）ADPCM受信信号がプラスの最大差分（0111）を示す場合、表1の15通りの状態が考えられる。

【0033】表1よりADPCM受信信号がプラスの最大差分（0111）を示す場合の65%が誤る前の符号が差分値0（1111）を示していることがわかる。また、誤り後の4ビット符号（X₁ X₂ X₃ X₄）に誤りが付加される前の期待値E（X₁ X₂ X₃ X₄）は（誤る前の符号の示す差分値）×（表1の④）の総和となり、誤る前のADPCM符号の期待値E（0111）は0.011となる。

【0034】

【表1】

	誤る前の符号【差分値】 (生起確率①<図4参照>)	誤りパターン (生起確率②<図5参照>)	生起確率③ (①×②)	生起確率④ (③÷Σ③)
1	0111 [7] (3.6×10 ⁻⁴)	誤り無し (7.2×10 ⁻¹)	2.6×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻³
2	1111 [0] (6.4×10 ⁻¹)	1ビット誤り (4.8×10 ⁻²)	3.1×10 ⁻²	8.8×10 ⁻¹
3	0011 [3] (9.4×10 ⁻³)	2ビット誤り (4.8×10 ⁻²)	4.5×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻²
4	0101 [5] (1.6×10 ⁻³)	3ビット誤り (4.8×10 ⁻²)	7.7×10 ⁻⁵	2.2×10 ⁻³
5	0110 [6] (6.4×10 ⁻⁴)	4ビット誤り (4.8×10 ⁻²)	3.1×10 ⁻⁵	8.8×10 ⁻⁴
6	1011[-4] (1.7×10 ⁻²)	1.2ビット誤り (1.1×10 ⁻²)	1.9×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻³
7	1101[-2] (6.9×10 ⁻²)	1.3ビット誤り (1.2×10 ⁻²)	8.3×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻²
8	1110[-1] (1.4×10 ⁻¹)	1.4ビット誤り (1.0×10 ⁻²)	1.4×10 ⁻³	4.0×10 ⁻²
9	0001 [1] (5.0×10 ⁻⁴)	2.3ビット誤り (1.1×10 ⁻²)	5.5×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻²
10	0010 [2] (2.1×10 ⁻²)	2.4ビット誤り (1.2×10 ⁻²)	2.3×10 ⁻⁴	7.1×10 ⁻³
11	0100 [4] (4.1×10 ⁻³)	3.4ビット誤り (1.1×10 ⁻²)	4.5×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻³
12	1001[-6] (3.1×10 ⁻³)	1.2, 3ビット誤り (4.2×10 ⁻²)	1.3×10 ⁻⁶	3.7×10 ⁻⁴
13	1010[-5] (7.3×10 ⁻³)	1.2, 4ビット誤り (4.2×10 ⁻²)	3.1×10 ⁻⁵	8.8×10 ⁻⁴
14	1100[-3] (3.8×10 ⁻²)	1, 3, 4ビット誤り (4.2×10 ⁻²)	1.6×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻³
15	1000[-7] (2.7×10 ⁻³)	全ビット誤り (2.8×10 ⁻⁸)	7.6×10 ⁻⁶	2.2×10 ⁻⁴

【0035】実際には、小数に置き換えることは出来ないので、この場合は前後の整数値である差分値0もしくは1を示す4ビット符号（1111）もしくは（0001）が置き換符号の候補になる。誤る前の符号の発生確率（表1の④参照）が大きい符号を最適値とする。従って、上記条件で（0111）は（1111）に置換する。

【0036】同様にして、ADPCM受信信号がマイナスの最大差分（1000）を示す場合、表2の15通りの状態が考えられ、上記と同様の計算により誤る前のADPCM符号の期待値E（1000）を求めるE（1000）=-2.4となる。

【0037】

【表2】

	誤る前の符号 [差分値] (生起確率①<図4参照>)	誤りパターン (生起確率②<図5参照>)	生起確率③ (①×②)	生起確率④ (③÷Σ③)
1	1000 [-7] (2.7×10^{-3})	誤り無し (7.2×10^{-1})	1.9×10^{-3}	1.9×10^{-1}
2	1100 [-3] (3.8×10^{-3})	2ビット誤り (4.8×10^{-2})	1.8×10^{-3}	1.8×10^{-1}
3	1010 [-5] (7.3×10^{-3})	3ビット誤り (4.8×10^{-2})	3.5×10^{-4}	3.4×10^{-2}
4	1001 [-6] (3.1×10^{-3})	4ビット誤り (4.8×10^{-2})	1.5×10^{-4}	1.5×10^{-2}
5	0100 [4] (4.1×10^{-3})	1,2ビット誤り (1.1×10^{-2})	4.5×10^{-5}	4.4×10^{-3}
6	0010 [2] (2.1×10^{-3})	1,3ビット誤り (1.2×10^{-2})	2.5×10^{-4}	2.4×10^{-2}
7	0001 [1] (5.0×10^{-2})	1,4ビット誤り (1.2×10^{-2})	5.0×10^{-4}	4.9×10^{-2}
8	1110 [-1] (1.4×10^{-1})	2,3ビット誤り (1.0×10^{-2})	1.5×10^{-3}	1.5×10^{-1}
9	1101 [-2] (6.9×10^{-2})	2,4ビット誤り (1.2×10^{-2})	8.3×10^{-4}	8.1×10^{-2}
10	1011 [-4] (1.7×10^{-2})	3,4ビット誤り (1.1×10^{-2})	1.9×10^{-4}	1.9×10^{-2}
11	0110 [6] (6.4×10^{-4})	1,2,3ビット誤り (4.2×10^{-3})	2.7×10^{-6}	2.6×10^{-4}
12	0101 [5] (1.6×10^{-3})	1,2,4ビット誤り (4.2×10^{-3})	6.7×10^{-6}	6.5×10^{-4}
13	0011 [3] (9.4×10^{-3})	1,3,4ビット誤り (4.2×10^{-3})	4.0×10^{-5}	3.9×10^{-2}
14	1111 [0] (6.4×10^{-1})	2,3,4ビット誤り (4.2×10^{-3})	2.7×10^{-3}	2.6×10^{-1}
15	0111 [7] (3.6×10^{-4})	全ビット誤り (2.8×10^{-3})	1.0×10^{-6}	9.8×10^{-5}

【0038】この場合は差分値-2もしくは-3を示す4ビット符号(1101)もしくは(1100)が置き換え符号の候補になるが、誤る前の符号の発生確率(表1の④)が大きい符号(表2の④参照)である、-3を示す4ビット符号(1100)に置換する。更に、本発

明では音声に及ぼす影響度が大きい絶対値が4以上の符号について同様の置換を行うと、表3のようになる。

【0039】

【表3】

ADPCM4ビット 受信信号	サンプル推定置換 回路出力	ADPCM4ビット 受信信号	サンプル推定置換 回路出力
7	0	-7	-3
6	0	-6	-2
5	0	-5	-1
4	1	-4	0

【0040】先に図1に基づいて説明した請求項1に対応する実施例のサンプル推定置換回路には、あらかじめ表3に示す一定のフェージング回線条件下を想定したADPCM4ビット符号の変換回路を、また、図2に基づいて説明した請求項2に対応する実施例のサンプル推定

置換回路には、表4に示すような回線劣化状況ごとにADPCM4ビット符号の変換回路を適用すれば、回線劣化状況に応じた最適な音声処理が可能である。

【0041】

【表4】

回線状況 受信信号	サンプル推定置換回路出力		
	やや悪	悪	極悪
7	0	0	0
6	2	-1	1
5	1	1	-1
4	2	1	0
3	2	1	0
2	2	2	0
1	1	1	0
0	0	0	0
-1	-1	-1	-1
-2	-1	-2	-1
-3	-3	-2	-1
-4	-3	-1	-1
-5	-3	-1	-1
-6	-4	-2	-1
-7	-6	-3	-2

【0042】なお、上記説明では、サンプル推定置換回路、および、回線品質推定回路のハードウェアについて触れていないが、これらは、この種の装置に一般的に用いられるマイクロプロセッサによって本発明の論理を実行すれば容易に実現し得るものであるので、説明が繁雑になることを恐れて記述を省略した。

【0043】

【発明の効果】図6に、各種音声処理をした後の音声に影響が大きいADPCM4ビット符号の誤り数を、図7に音声主観評価の結果を示す。図6から、従来のミューティング方式では無処理のときと比較して、4ビット符号の差分値誤り4以上の符号を80%に、7以上の符号を65%に低減するだけにとどまっているが、本発明では差分値誤り4以上の符号を37%に、7以上の符号を10%に低減することができる。また図7から、本発明では従来のミューティング処理と比較して約0.6ポイントMOS値を改善出来ることがわかる。

【0044】従来のADPCM音声改善方式のうち、誤りが検出されたフレーム中で最大差分を示すADPCM符号(0111もしくは1000)を差分無しを示す符号(1111)に置換するミューティング方式は(1000)から(1111)の置換が最適ではなかった。ま

た、ディジタルPCM信号及びアナログ信号を抑圧する方法は、誤りが要因となった異音を消すという消極的な手法であるが、本発明は4ビット符号の発生頻度から、元の符号を予測し出来るだけ元音に近い形で再生する為、明瞭さを落とさず音声品質を改善できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す図である。

【図2】本発明の他の実施例を示す図である。

【図3】本発明を適用した模擬伝送系の例を示す図である。

【図4】音声信号を伝送した場合の4ビットADPCM符号の確率分布を示す図である。

【図5】ADPCM4ビットの誤りパターンを示す図である。

【図6】各種音声処理時のADPCM4ビットの誤り数を示す図である。

【図7】各種音声処理時の音声主観評価結果を示す図である。

【符号の説明】

10 音声品質改善回路

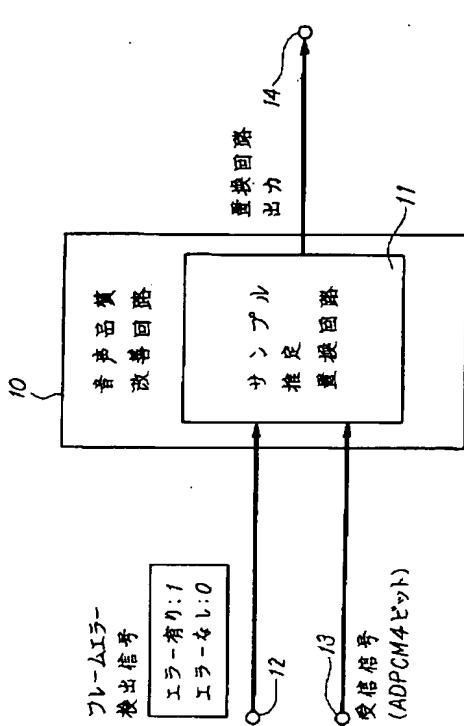
11 サンプル推定置換回路

12, 13 入力端子
 14 出力端子
 15 回線品質推定回路
 16 バッファ
 21 音源
 22 A/D変換器

23 ADPCM符号器
 24 誤りを含んだ受信信号
 25 音声品質改善回路出力
 26 ADPCM復号器
 27 D/A変換器
 28 スピーカー

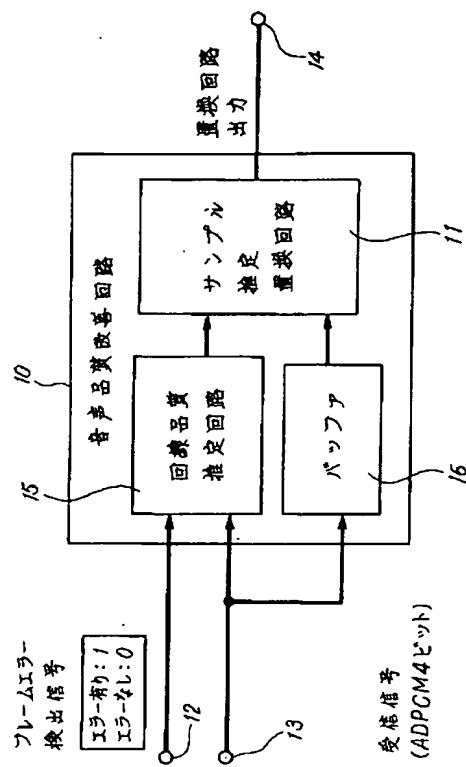
【図1】

本発明の一実施例を示す図



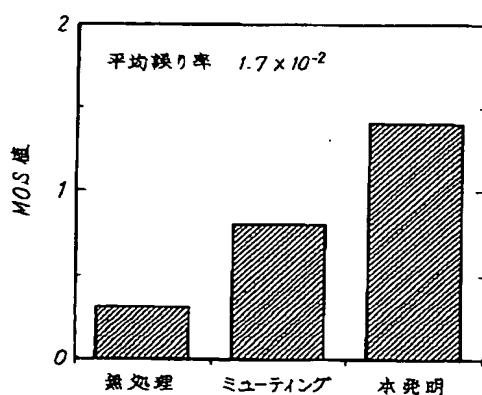
【図2】

本発明の他の実施例を示す図



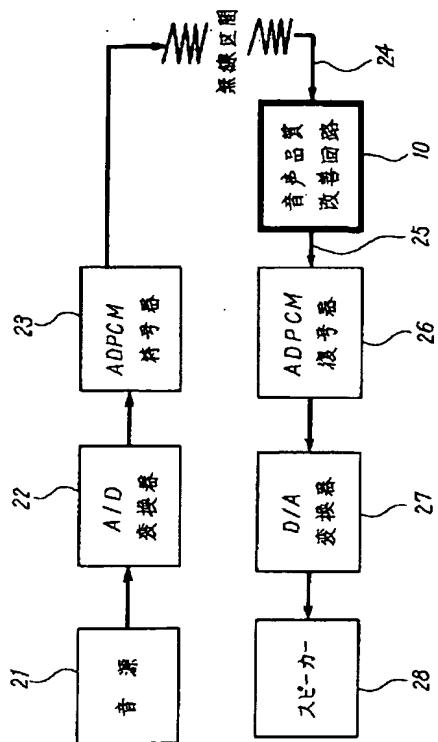
【図7】

各種音声処理時の音声主観評価結果を示す図



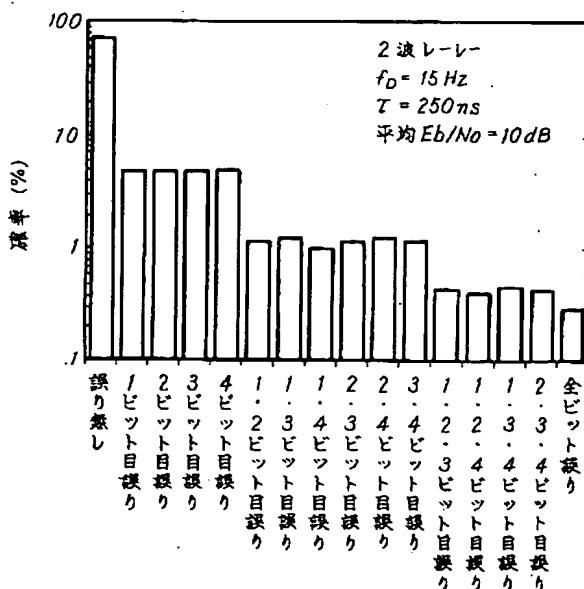
【図3】

本発明を適用した模擬伝送系の例を示す図



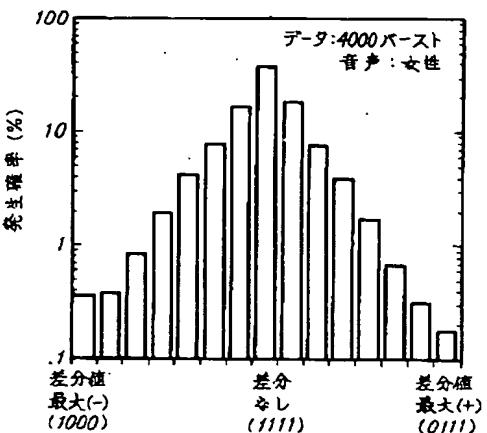
【図5】

ADPCM4ビットの誤りパターンを示す図



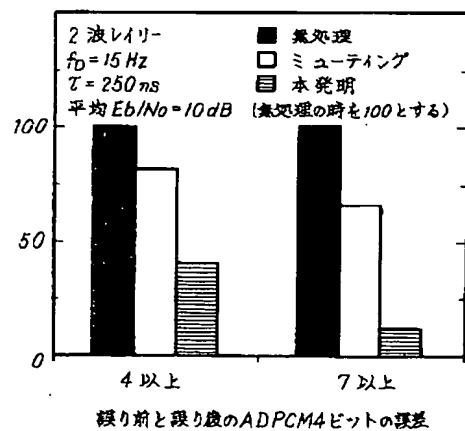
【図4】

音声信号を伝送した場合の4ビットADPCM符号の確率分布を示す図



【図6】

各種音声処理時のADPCM4ビットの誤り数を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 修三

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内